



AUSGEGEBEN AM  
1. JUNI 1953

REICHSPATENTAMT  
**PATENTSCHRIFT**

Nr. 762 696

KLASSE 88 c GRUPPE 3<sub>09</sub>

B 197352 Ia/88 c

---

Nachträglich gedruckt durch das Deutsche Patentamt in München

(§ 20 des Ersten Gesetzes zur Änderung und Überleitung von Vorschriften  
auf dem Gebiet des gewerblichen Rechtsschutzes vom 8. Juli 1949)

---

Dr. Friedrich Kade, Weinheim/Bergstraße und  
Heinrich Lüpkes, Mannheim  
sind als Erfinder genannt worden

---

Brown, Boveri & Cie A. G., Mannheim

**Windkraftwerk großer Leistung**

Patentiert im Deutschen Reich vom 6. März 1942 an  
Patenterteilung bekanntgemacht am 21. Dezember 1944

Es sind bereits Vorschläge zur Einrichtung von Windkraftwerken bekanntgeworden, bei denen elektrische Maschinen durch Windräder großen Durchmessers angetrieben werden. Diese großen Windräder haben gegenüber den heute gebräuchlichen Maschinen verhältnismäßig kleine Umdrehungszahlen, wogegen die Drehmomente außerordentlich groß sind. Wenn nun mit derartigen Windrädern die elektrischen Stromerzeuger unmittelbar gekuppelt werden, um die Leistung des Windrades auf ein elektrisches Netz zu übertragen, so erhalten diese elektrischen Maschinen gleichfalls sehr große Durchmesser und eine verhältnismäßig geringe Eisenbreite. Derartige Maschinen sind schon in bezug auf

ihre Ständerkonstruktion mancherlei Schwierigkeiten ausgesetzt. Zunächst gibt es keine Werkstätten, in denen man derartige Maschinen von z. B. 30 bis 50 m Durchmesser zusammenbauen kann. Ferner gibt es keine Transportmöglichkeiten für derartige Aggregate, wenn man sie nicht in viele kleine Teile zerlegt. Derartige Maschinen müßten also an Ort und Stelle nicht nur zusammengebaut, sondern größtenteils hergestellt werden.

Diese Generatoren mit großem Durchmesser erhalten, um auf die normale Frequenz von z. B. 50 Hertz zwecks Kupplung mit einem vorhandenen Netz zu kommen, außerordentlich viele Pole (Umdrehungsdrehzahl je Minute · Polzahl = 6000), wobei auf jeden

einzelnen Pol nur eine verhältnismäßig geringe Leistung entfällt.

Selbstverständlich muß die Bohrung der Maschine rund hergestellt und im Betrieb 5 rund gehalten werden. Es ist dies keine einfache Aufgabe angesichts der Größe der Maschine und der Empfindlichkeit einer so großen Konstruktion gegen thermische (Sonnenbestrahlung, Windabkühlung usw.) 10 und gegen andere Einflüsse. Man ist also gezwungen, den Luftspalt verhältnismäßig groß zu wählen, jedenfalls weit größer, als es bei Polen dieser Leistung im Elektromaschinenbau üblich ist. Dadurch wächst 15 naturgemäß der Erregerbedarf der Maschine auf ein ganz ungewöhnliches Maß, und eine weitere Wirkung hiervon ist eine erhebliche Verschlechterung ihres Wirkungsgrades. Der Wirkungsgrad ist an und für sich wegen der 20 geringen Polleistung der Maschine niedrig.

Besonders hinderlich ist, daß die vorstehend erwähnten Einflüsse, die eine Änderung des Durchmessers und des Luftspaltes der Maschine bewirken können, sehr schwer ihrer 25 Größe nach abzuschätzen sind, so daß von vornherein die Bemessung des Luftspaltes mit übermäßigen Sicherheitsfaktoren behaftet ist.

Der Erfindung entsprechend werden diese 30 Nachteile durch eine Unterteilung des großen Generators in mehrere kleinere Einheiten beseitigt, die am Umfang eines gemeinsamen ein- oder mehrstufigen Getriebes sitzen und von diesem angetrieben werden. Das große 35 Rad dieses Getriebes ist entsprechend der Abb. 1 mit der Welle des Windrades *F* gekuppelt und wird von diesem angetrieben. Die Generatoren sitzen in dem Gehäuse *K* in gleichem Abstand um die Welle *H* herum, 40 so daß die auf ihren Wellen befindlichen Ritzel über die Vorgelege *C-B* mit dem Zahnrad *A* in Verbindung stehen. Aus Abb. 2 ist die Gruppierung der Einzelgeneratoren *G* um das Zahnrad *A* herum ersichtlich. Zwischen 45 dem Zahnrad *A* und den Ritzeln *G* der Generatoren *G* können, wie in den Abbildungen dargestellt, eine oder auch mehrere Zwischengetriebe angeordnet sein.

Es ist zwar bei Kleinstwindkraftwerken 50 bereits bekannt, mehrere handelsübliche Stromerzeuger um die Windradwelle herum anzuordnen und jeden derselben von einer eigenen Riemenscheibe anzutreiben. Riemenscheibenantriebe sind jedoch bei den hier 55 behandelten Großkraftwerken wegen zu geringer Leistungsfähigkeit nicht brauchbar und ermöglichen auch keinen einwandfreien Parallelbetrieb der in Frage kommenden Drehstromgeneratoren.

Es ist zwar schon eine Versuchsausführung 60 bekanntgeworden, bei der ein einzelner

Generator über ein zweistufiges Getriebe von einem Windrad angetrieben wird. Bei dieser Anordnung können aber größere Leistungen 65 nicht übertragen werden, da sonst der Zahndruck bzw. die Zahnbreite unausführbar groß werden. Die Werte des Zahndruckes bzw. der Zahnbreite sind wiederum bestimmt durch den Durchmesser des großen Rades, der 70 durch die Abmessung der Bearbeitungsmaschinen und Transportmöglichkeiten auf etwa 5 m beschränkt ist.

Da auch bei der Aufteilung gemäß der Erfindung der von dem Getriebe angetriebenen elektrischen Maschinen bei größeren 75 Leistungen leicht sehr erhebliche Zahnbreiten entstehen, so ist hierbei die Verdrehung der Ritzel unter der Einwirkung der Belastung zu beachten. Diese Verdrehung bewirkt, daß der Zahndruck am freien Ende des Ritzels 80 erheblich kleiner ist als auf der Antriebs- bzw. Abtriebsseite. Um diese Schwierigkeiten zu beheben, wird das Getriebe zweckmäßig entsprechend der Abb. 3 in je zwei 85 Schraubengetriebe aufgestellt und das Zwischengetriebe zwischen die Räder der ersten Getriebestufe gelegt.

In Abb. 3 bedeuten *A* die großen Getrieberäder der ersten Übersetzungsstufe, die 90 unmittelbar mit dem Windrad gekuppelt sind. *B* sind die Abtriebsritzeln der ersten Getriebestufe, die mit den Rädern *C* verbunden sind. Diese Räder *C* liegen zwischen den Rädern *A* und treiben ihrerseits die Abtriebsritzeln *D*, 95 die mit der Welle des Generators *G* verbunden sind. Wenn der Durchmesser der am Umfang des Getriebes verteilten Generatoren bzw. ihre Anzahl so groß wird, daß sie nicht 100 mehr auf dem durch das Getriebe gegebenen Kreis angeordnet werden kann, so werden die Generatoren zweckmäßig abwechselnd links und rechts vom Getriebe angebracht, entsprechend den Generatoren *G* und *G'* in 105 Abb. 3. Ebenso können aber auch die Räder *C* abwechselnd auf beiden Seiten der Räder *A* angebracht werden, wenn die Räder *C* sich nicht mehr auf dem Kreis nebeneinander anordnen lassen. Dabei entsteht eine Anordnung gemäß Abb. 4, für welche sinngemäß 110 die gleichen Bezeichnungen gelten wie für Abb. 3.

Während nun im allgemeinen durch eine Unterteilung von Maschineneinheiten und 115 ihren Antrieben über zwischengeschaltete Getriebe geringere Wirkungsgrade erzielt werden, wird im vorliegenden Fall der Wirkungsgrad erheblich gesteigert, und darüber hinaus werden die Schwierigkeiten der Herstellung und des Transportes weitgehend 120 beseitigt. Denn man erhält nunmehr Maschinen normaler Leistung und Drehzahl, die ohne weiteres in den Werkstätten hergestellt

und mit normalen Hilfsmitteln transportiert werden können. Der Wirkungsgrad einer derartig verhältnismäßig schnell laufenden Maschine liegt vielleicht in der Gegend von 96 bis 98%, während der Wirkungsgrad der unmittelbar gekuppelten langsam laufenden Maschine 80 bis 85% nicht überstieg. Selbst unter Einrechnung des Getriebewirkungsgrades bei der Anlage gemäß der Erfindung wird also der Gesamtverlust der Anlage mit mehreren Generatoren erheblich geringer werden. Dazu kommt als weiterer Vorteil noch der, daß es nunmehr möglich ist, jede Maschine für sich als eine mechanisch geschlossene Einheit herzustellen, die völlig unabhängig wird gegen Temperatureinflüsse von außen her. Es ist also auch aus diesem Grunde möglich, diese Maschinen mit dem üblichen Luftspalt herzustellen.

Auch bei Störungen oder Schäden in den Wicklungen solcher Maschinen ist die Anordnung gemäß der Erfindung der Anlage erheblich im Vorteil, da hier z. B. durch Entregen oder Abkuppeln einer Teilmaschine die Anlage mit dem größten Teil ihrer Leistung in Betrieb gehalten werden kann. Schließlich kann es auch möglich sein, ganze Teilmaschinen in Reserve zu halten und auszuwechseln. Auch wenn man die zu einer Reparatur des unmittelbar gekuppelten Generators notwendigen Gerüste und Hilfsmittel betrachtet, so ist die Anlage gemäß der Erfindung im Vorteil, da die dort angewendeten normalen Maschinen mit normalen Hilfsmitteln repariert werden können, während im allgemeinen besondere Vorrichtungen notwendig wären, damit man überhaupt an eine bestimmte Stelle der Ständerwicklung des großen Generators herankommt.

Da die Polräder der Teilgeneratoren gemäß der Erfindung über das Getriebe starr miteinander gekuppelt sind, die Ständer der Maschinen jedoch elektrisch parallel geschaltet werden sollten, so wird es notwendig sein, geeignete Mittel vorzusehen, um die gegenseitige Phasenlage der einzelnen Polräder vor der Inbetriebsetzung genau einzustellen. Hierzu werden zweckmäßig die Wellen oder Ritzel der Maschinenläufer gegenüber dem Polrad einstellbar angeordnet, oder die Ständer der Maschinen werden um gewisse Winkel drehbar gemacht.

Für den Erregerstrom der Teilmaschinen wird zweckmäßig eine gemeinsame Erregermaschine vorgesehen, die, sei es über ein besonderes Getriebe oder von einer besonderen Kraftquelle, etwa auch von einem besonderen Flügelrad her mit hoher Drehzahl angetrieben wird. In diesem Fall sind die

Erregerwicklungen der Teilmaschinen vorteilhaft in Reihe geschaltet, besonders wenn die auf das einzelne Polrad entfallende Erreger-spannung verhältnismäßig gering ist. Durch die Parallelschaltung der Ständerwicklungen ist die Klemmenspannung und damit praktisch auch die elektromotorische Kraft der Generatoren gleichgemacht, durch die Reihenschaltung der Erregerwicklungen sind die Erregerströme der Maschinen gleich. Dadurch wird zwangsläufig erreicht, daß bei richtiger Einstellung der Polräder der Maschinen auch die Lastverteilung zwischen den Maschinen gleich werden muß. Auch die Einwirkung verschiedener Erwärmung der Erregerwicklungen wird durch diese Reihenschaltung beseitigt.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Anordnung zur Erhöhung der Leistungsgrenzen von Windkraftwerken großer Leistung unter Verwendung von Drehstromerzeugern normaler Bauart, die über ein- oder mehrstufige Zahnradgetriebe angetrieben sind, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Leistung in mehreren über ein gemeinsames Getrieberad von dem Windrad angetriebenen und an dessen Umfang annähernd gleichmäßig verteilten Generatoren erzeugt wird.

2. Anordnung elektrischer Generatoren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ständerwicklungen der Generatoren parallel geschaltet und die Erregerwicklungen in Reihe geschaltet sind.

3. Anordnung elektrischer Generatoren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel zwischen dem gemeinsamen Getriebe und dem Polrad für jeden einzelnen Generator einstellbar ist.

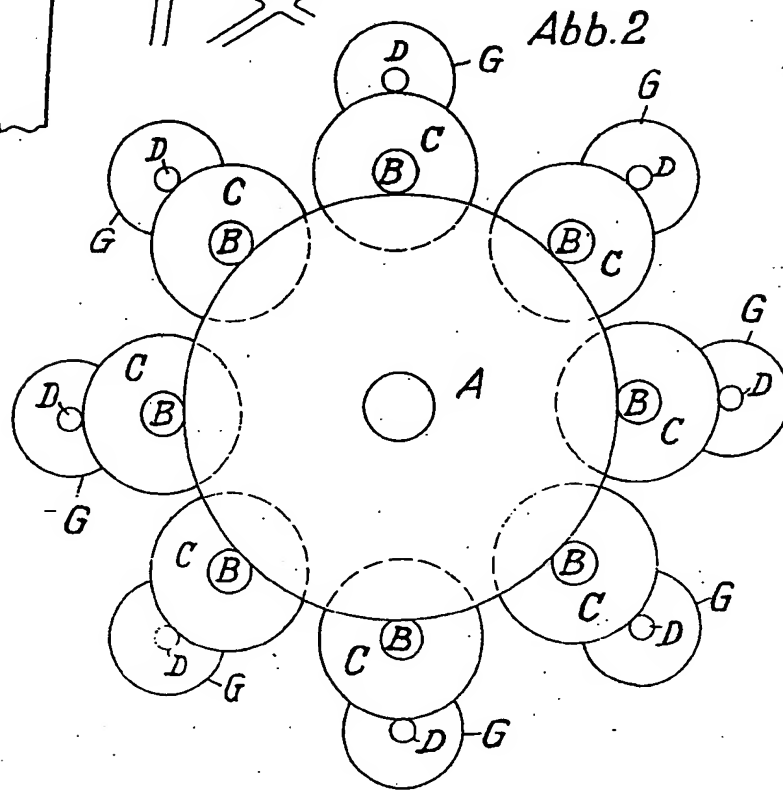
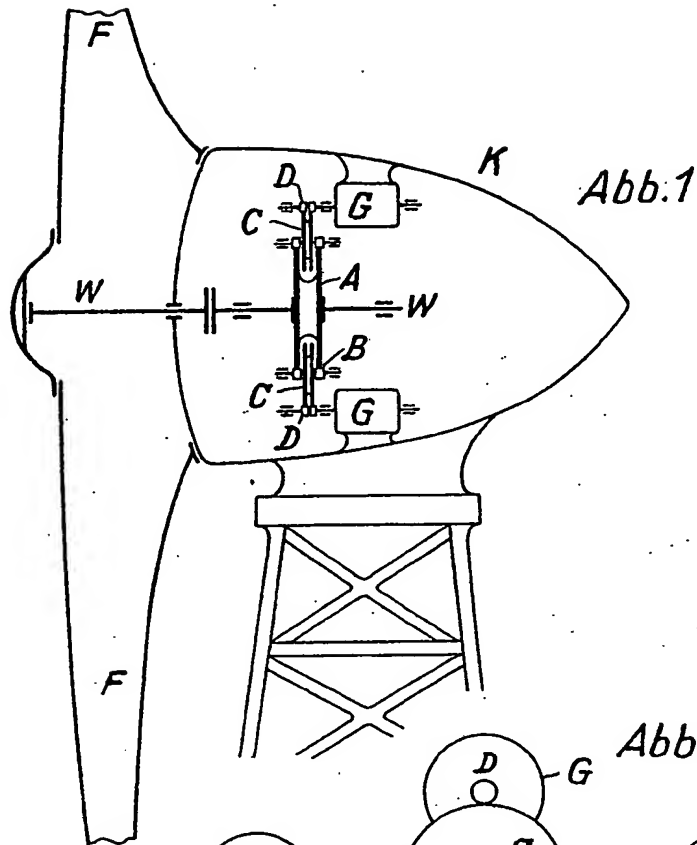
4. Anordnung elektrischer Generatoren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Ständergehäuse jedes Generators um einen gewissen Winkel verdreht werden kann.

5. Anordnung elektrischer Generatoren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Generatoren abwechselnd auf beiden Seiten des Hauptgetrieberades angeordnet sind.

Zur Abgrenzung des Erfindungsgegenstands vom Stand der Technik ist im Erteilungsverfahren folgende Druckschrift in Betracht gezogen werden:

USA.-Patentschrift Nr. 2 058 500.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



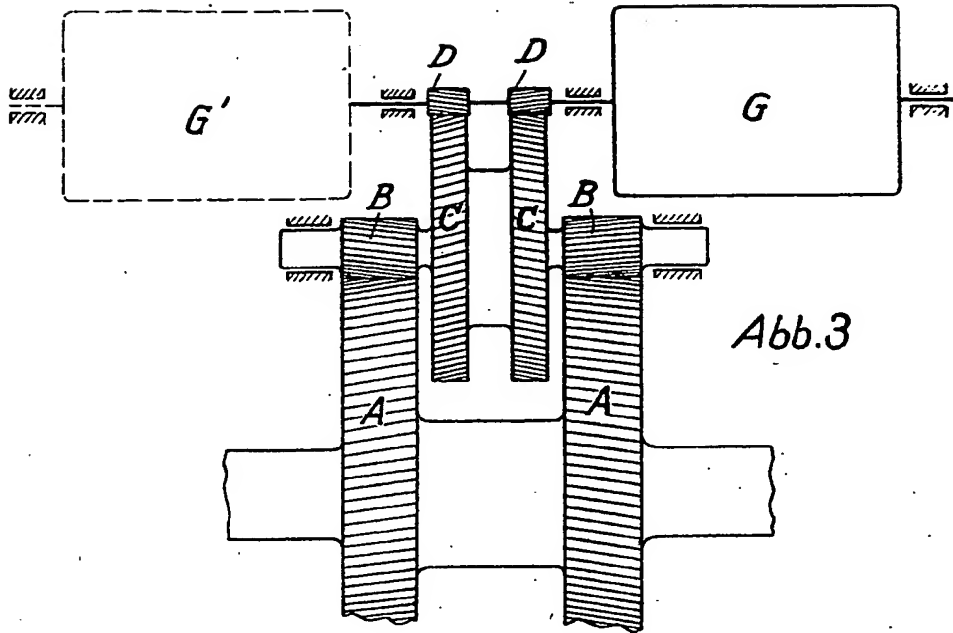


Abb.3

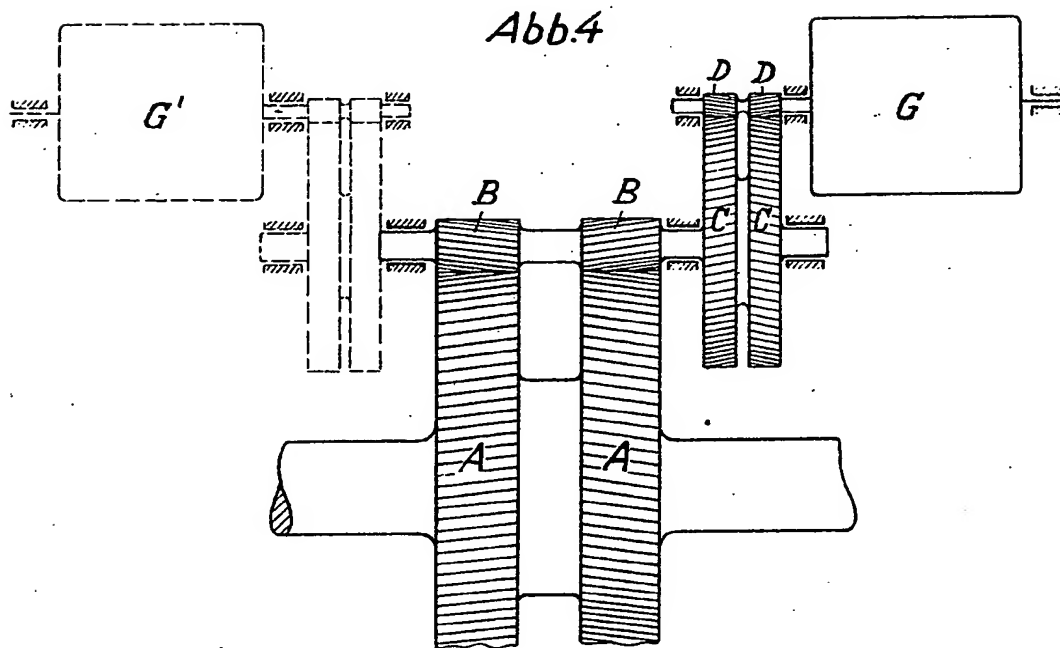


Abb.4